

УДК 004

А.В. Перов, П.Н. Воробкалов

## ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АКТИВНОСТИ ПЛАТЕЖЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

*В данной статье рассматривается использование коллаборативной фильтрации для увеличения эффективности конверсии пользователей из неплатящих в платящие в социальных игровых приложениях.*

**Ключевые слова:** коллаборативная фильтрация, кластерный анализ, рекомендательная система.

В связи с развитием интернет-технологий все большую популярность приобретают социальные, в том числе игровые, приложения. Для оценки их эффективности, а также для увеличения активности их пользователей применяется анализ статистически собранной информации о действиях пользователей в приложениях. Исследования проводятся для оценки текущей ситуации и прогнозирования будущей, для того, чтобы прийти к равновесию во взаимосвязях субъектов приложения и выбрать для него эффективный и наиболее прибыльный путь развития.

В свою очередь, достаточно достоверную и оперативную информацию прогнозов будущих ситуаций и анализа минувших, осуществляемых на основе данных о действиях множества пользователей, можно получать, используя рекомендательные системы с коллаборативной фильтрацией. Использование таких систем для прогнозов в социальных игровых приложениях является целью данной работы. Разработка направлена на приложения, имеющие возможность проведения внутриигровых платежей.

Рекомендательные системы – программы, которые осуществляют прогнозы относительно того, какие объекты будут интересны пользователю, имея определенную информацию о его профиле. Иными словами, они производят создание прогнозов, используя известные связи группы объектов для прогнозирования неизвестных связей другого объекта [1]. Существуют две основные стратегии создания рекомендательных систем: фильтрация содержимого и коллаборативная фильтрация. При фильтрации содержимого создаются профили пользователей и объектов, то есть используются данные, характеризующие пользователя и его предпочтения [2]. В тоже время, при коллаборативной фильтрации используется информация о поведении объектов в прошлом – например, информация о совершенных ими действиях.

Для создания рекомендательной системы решались следующие задачи:

- анализ существующих методов коллаборативной фильтрации;
- разработка алгоритма, генерирующего прогнозы относительно возникновения игровых ситуаций, имеющих наиболее благоприятные условия для успешного оказания воздействий на игровой процесс с целью стимуляции совершения внутриигровых платежей пользователем.

В рамках решаемой задачи в виду специфики исходных данных, не имеющих недостающих связей между объектами (о форме исходных данных указано далее при описании алгоритма), за основу был взят алгоритм коллаборативной фильтрации с расчетом коэффициентов подобия по матрице взаимосвязей. Рассмотрим этот алгоритм применительно к данной задаче. Исходными данными являются истории действий пользователей. На их основании формируются распределения искомой величины по времени пользования приложением, либо по определенным событиям в процессе его работы. По полученным распределениям у пользователей выявляются особые ситуации в игровом процессе. Это игровые ситуации, с которыми пользователи сталкиваются во время пользования приложением, и которые характеризуются условиями, сподвигающими их на совершение внутриигровых платежей. И, следовательно, эти ситуации являются наиболее благоприятными для применения маркетинговых инструментов внутри приложения с целью увеличения вероятности совершения платежей.

Для ситуаций выявляются критерии их активации, соответствующие тем или иным значениям величины из истории игровых действий. Алгоритмом производится поиск тех критериев, которые могут иметь место в будущем у пользователя на основании критериев, которые

имели место быть у этого пользователя и у множества других, имеющих схожую историю действия с ним.

Таким образом, исходными данными задачи являются: список  $m$  пользователей  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$  и список  $n$  критериев активации  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ , которые встретились у всех пользователей во время игрового процесса. Каждый пользователь  $u_i$  имеет список критериев  $I_{u_i}$ , которые имели место в его истории действий. Оценка соответствия критерия пользователю происходит согласно числовому рейтингу  $[0, 1]$ . Множество  $I_{u_i}$  содержится в  $I$  и может быть пустым. Существует пользователь  $u_a \in U$ , называемый активным, это пользователь, для которого осуществляется поиск новых критериев алгоритмом. Рекомендация в данном случае - это список из  $k$  критериев,  $I_r \in I$ ,  $k \leq n$ , которые должны больше всего соответствовать активному пользователю. Список состоит только из критериев, которые ранее не были актуальны для активного пользователя, то есть  $I_r \cap I_{u_a} = \emptyset$ .

Из множеств пользователей и критериев формируется матрица предпочтений с размерностью  $m \times n$ , где каждый элемент  $a_{i,j}$  представляет собой оценку соответствия  $i$ -ого пользователя для  $j$ -ого критерия. Рассчитываются коэффициенты подобия всех пользователей к активному. Так коэффициенты подобия для пары пользователей  $u, v$  определяются по формуле:

$$w_{u,v} = \frac{\sum_{i \in I} (r_{u,i} - \bar{r}_u) \cdot (r_{v,i} - \bar{r}_v)}{\sqrt{\sum_{i \in I} (r_{u,i} - \bar{r}_u)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i \in I} (r_{v,i} - \bar{r}_v)^2}},$$

где  $i \in I$  – суммирование по всем критериям, которые относятся к обоим пользователям,  $\bar{r}$  – усредненный рейтинг отношения пользователя к критериям. По вычисленным коэффициентам определяются пользователи наиболее соответствующие активному. По оценкам их отношений к критериям определяется:  $\{T_{i1}, T_{i2}, \dots, T_{ik}\}$  – список критериев для активного пользователя (рис. 1).

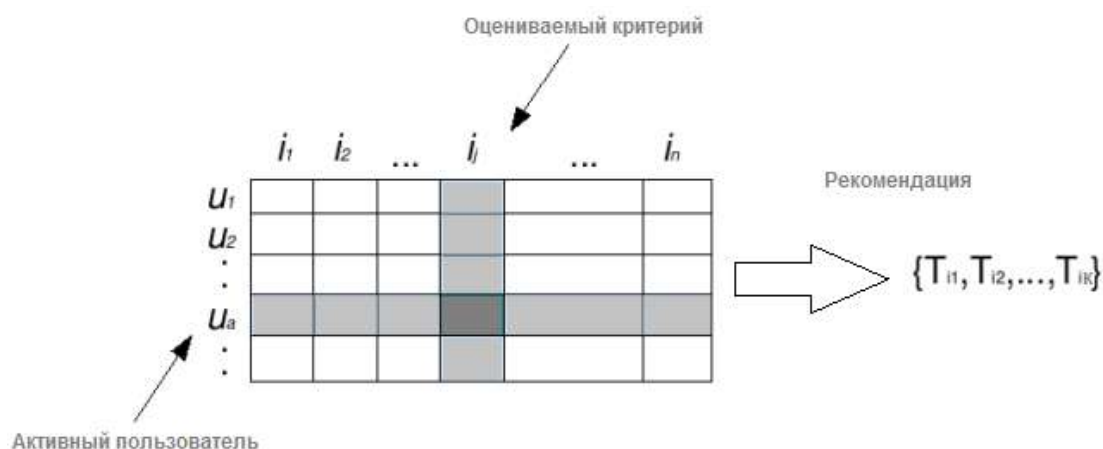


Рис. 1. Схема процесса коллаборативной фильтрации

Реализация вызываемых действий по определенным критериям не зависит от работы алгоритма. При использовании приложения проверка на соответствие текущего момента какому-либо из критериев активации выполняется при совершении пользователем каких-либо действий в приложении и обновлении этих данных в хранилище.

В рамках задачи исходными для алгоритма являются данные, состоящие из, как правило, значительного числа записей. К тому же, к различным группам пользователей возможно применение разных инструментов внутри приложения (так, к различным группам пользователей могут использовать различные маркетинговые стратегии). В связи с этим, исходный набор данных может быть перегруппирован перед началом анализа. Группировка по соответствующим признакам (платежеспособность, длительность пользования приложением) осуществляется на предварительном этапе методом кластерного анализа. Для пользователей каждого из кластеров генерируются собственные прогнозы. Таким образом, также сокращается объем выполняемых расчетов, так как генерация прогнозов выполняется на отдельной выборке данных. Кластериза-

---

ция может происходить в режиме офлайн. Количество кластеров зависит от специфики анализируемого приложения и ключевых факторов в профилях пользователей.

На настоящем этапе производится проектирование алгоритма и реализация компонентов необходимых для его тестирования. Завершена методическая часть работы по сбору и анализу данных предметной области.

Разрабатываемый алгоритм планируется интегрировать в функционирующее в реальных условиях социальное игровое приложение, имеющее более 1 миллиона игроков. При разработке в качестве тестовых данных используется выборка из базы данных этого приложения. Разрабатываемая система может быть использована независимо от тематики социального приложения, при условии, что приложением собираются статистические данные о действиях пользователей.

#### *Библиографический список*

1. *Сегаран Т.* Программируем коллективный разум. СПб: Символ-Плюс, 2010. 368 с.
  2. *Жернакова О.А.* Системы рекомендаций и поиска видеоконтента // TELEMULTIMEDIA.RU: Интернет-журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям. 2012. URL: <http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=464> (дата обращения: 23.01.13).
- 

*ПЕРОВ Алексей Вадимович* – магистрант Волгоградского государственного технического университета.

*ВОРОБКАЛОВ Павел Николаевич* – кандидат технических наук, старший преподаватель, Волгоградский государственный технический университет.